



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

**RESPOSTA AGRÍCOLA E INDUSTRIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR À
FOSFATAGEM SOB DIFERENTES MANEJOS DE SOLO**

JOSÉ GOMES DE SOUZA NETO

AREIA-PB
JUNHO 2016

JOSÉ GOMES DE SOUZA NETO

**RESPOSTA AGRÍCOLA E INDUSTRIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR À
FOSFATAGEM SOB DIFERENTES MANEJOS DE SOLO**

Trabalho de graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do
Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Severino Pereira de Sousa Junior

AREIA–PB
JUNHO 2016

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

S729r *Souza Neto, José Gomes de.*

*Resposta agrícola e industrial da cana-de-açúcar à fosfatagem sob
diferentes manejos de solo / José Gomes de Souza Neto. - Areia: UFPB/CCA,
2016.*

iv, 21 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

Bibliografia.

Orientador: Severino Pereira de Sousa Júnior.

JOSÉ GOMES DE SOUZA NETO

**RESPOSTA AGRÍCOLA E INDUSTRIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA A
FOSFATAGEM SOB DIFERENTES MANEJOS DE SOLO**

Aprovado em: 08/06/2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Severino Pereira de Sousa Júnior
DFCA/CCA/UFPB
Orientador

Engº Agrônomo Raylson de Sá Melo
PPGA/CCA/UFPB
Examinador

Engº Agrônomo Josévaldo Ribeiro Silva
PPGCS/CCA/UFPB
Examinador

AREIA-PB
JUNHO 2016

Dedicatória

*Ao Deus da minha salvação, que me deu forças
para continuar, aos meus pais a minha avó e
meus irmãos.*

AGRADECIMENTOS

À DEUS, toda honra, toda glória e todo louvor!! Sem Ele eu não teria e não seria nada. Por ter me dado força e empenho para conseguir concluir essa graduação. Por ter me dado forças para permanecer nos seus caminhos, mesmo sendo falho e fraco, até aqui tem me sustentado o Senhor!

À minha família, em especial aos meus pais Roberto e Fátima, minha avó Tereza Galvão e aos meus irmãos Regina Coeli, Ronaldo Gomes e Roberta Loreнна. Sei que por mais chato que eu seja, vocês sempre torceram por mim, e oraram também. Todos foram essenciais para essa realização, obrigado pelo apoio, não faltou incentivo e carinho durante essa caminhada. Amo todos vocês!

À Universidade Federal da Paraíba, ao Centro de Ciências Agrárias e a todos que fizeram parte da minha graduação, em especial aos professores e funcionários em geral, que contribuíram em minha formação acadêmica e pessoal, meu obrigado.

Ao meu Orientador Institucional, Professor Dr. Severino Pereira de Souza Júnior (Primo), pela orientação, ajuda, confiança, amizade e momentos durante todos esses períodos.

À Usina Central Olho D'Água, na pessoa do Diretor Vice-Presidente Dr. Arthur Tavares de Melo e do Gerente Agrícola Dr. Henrique Antunes que permitiram a realização deste trabalho de graduação e ao irmão em Cristo Dr. Marcos Ferreira de Mendonça, para mim uma referência no setor sucroenergético, meu muito obrigado, que Deus continue te abençoando.

À Professora Lucina Rocha, por ter me dado a oportunidade de ser monitor por um longo tempo de sua disciplina, e ao Professor Adailson Pereira, por ter me dado a honra de ser seu bolsista PIBIC, por todo aprendizado repassado, DEUS os abençoe.

À professora Lilian Guimarães, por ser esta professora e amiga, que além dos conhecimentos repassados, por diversas vezes me estendido à mão nos estágios realizados nas unidades e eventos relacionados ao Setor Sucroenergético.

Aos meus grandes amigos Rummenigge de Macêdo Rodrigues e Richardson Soares, por terem me recebido no LEV, pelo companheirismo, momentos felizes e todo conhecimento passado, não só acadêmico, mas também da vida!!

A equipe técnica da EECAC, Usina Japungú e CRV Industrial, onde tive o privilégio de estagiar. Ao Agrônomo Carlos Jordão, por todo conhecimento passado e conversas produtivas sobre a vida e sobre cana-de-açúcar!!

Aos meus amigos e irmão do A4: Adeilson Melo (Jamaica, Adebayor, Negão, Eto'o, Drogba ... dentre outros), Adeilson Freire (burro pêga), Celson (Nakamura), Anderson Tenório (Tenorin), Rodolfo César, Ronaldo Gomes, Victor Hugo, João Pedro, Arthur Maciel e Lucas Cavalcante... E também a nova formação do A4: Victor Hugo, Josias Jerônimo (Zia), Haile (donza), ArhtuBraz, Jorge (de jorgeejosias), Igor (igão), e Raylson.

À Victor Hugo (Herrera), Raylson Melo, Edlania Maria, Mateus Guimarães, Danillo Dutra, Antonio Neto (pipoca), Geisi, Renata, Carol (boca de tuba), Gabi, João Ítalo, João Pedro e a todos os meus amigos que fiz aqui no CCA!!!

Aos meus amigos e irmãos em Cristo : Mayran Ramos, Ellyson, José Neto (Neto Branco), Severino Neto (Bill), Jefferson Vieira(Vovô), agradeço a Deus a amizade de vocês!!

Ao GESUCRO, por todo conhecimento repassado e por todo companheirismo.

A minha turma, os mitos, os considerados do 2011.1, sério, vocês são lendários.

A todos vocês, muito obrigado por tudo!!!

Mas, como está escrito: As coisas que os olhos não viram, nem ouvidos ouviram, nem penetraram no coração do homem, são as que Deus preparou para os que o amam.

1 Coríntios Capítulo 2. Versículo 9

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	Erro! Indicador não definido.
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. A Cultura da Cana-de-Açúcar	2
2.2. Fósforo no solo.....	3
2.3. Preparo de Solo	4
2.3.1. Subsolagem	5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1. Localização e Clima	7
3.2. Solo	7
3.3. Preparo de solo, Plantio e Colheita	8
3.4. Variáveis Estudadas	9
3.4.1. Altura de Plantas (m).....	9
3.4.2. Diâmetro do Colmo (mm)	9
3.4.3. Perfilhamento	10
3.4.4. Rendimento Agrícola	10
3.4.5. Fibra Industrial da Cana (TF)	10
3.4.6. Pureza do Caldo	10
3.4.7. Açúcares Totais Recuperáveis (ATR) e Rendimento Industrial	11
3.5. Delineamento Experimental e Análise Estatística.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1. Comprimentos dos Colmos	13
4.2. Diâmetro do Colmo	13
4.3. Perfilhamento	14
4.4. Rendimento Agrícola (TCH) e Rendimento Industrial	15
4.5. Teor de Fibras	17
5. CONCLUSÕES	20
6. REFERÊNCIAS	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química na profundidade de 0 – 30 cm das amostras de solo da área experimental. 7

Tabela 2. Caracterização química na profundidade de 30 -50 cm das amostras de solo da área experimental. 7

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Croqui da área experimental, onde foi feito subsolagem/ e aração, e feita Calagem (5,0 t/ha) + Gessagem (2,0 t/ha) e Calagem (5,0 t/ha) + Gessagem (2,0 t/ha) + Fosfatagem (120 kg P₂O₅/ha). 11
- Figura 2.** Alturas de plantas de cana-de-açúcar em submetida a diferentes manejos de solo, com e sem fosfatagem. Fazenda Camará, Camutanga, PE. 12
- Figura 3.** Diâmetro do colmo da cana-de-açúcar submetida a diferentes manejos de solo, com e sem fosfatagem. Fazenda Camará, Camutanga, PE. 13
- Figura 4.** Perfilhamento da cana-de-açúcar submetida a diferentes manejos de solo, com e sem fosfatagem. Fazenda Camará, Camutanga, PE. 14
- Figura 5.** Rendimento agrícola de colmo sob diferentes tipos de preparo do solo com e sem fosfatagem. Fazenda Camará, Camutanga, PE. 15
- Figura 6.** Rendimento industrial de colmo sob diferentes tipos de preparo do solo com e sem fosfatagem. Fazenda Camará, Camutanga, PE. 16
- Figura 7.** Teores de fibra sob diferentes tipos de preparo do solo com e sem fosfatagem. Fazenda Camará, Camutanga, PE. 16
- Figura 8.** Pureza do caldo da cana-de-açúcar sob diferentes preparos do solo, com e sem fosfatagem. Fazenda Camará, Camutanga, PE. 17

RESUMO

A cana-de-açúcar tem um enorme valor econômico no PIB do Brasil. A grande biomassa produzida pela cana-de-açúcar requer uma grande retirada de nutrientes para seu pleno desenvolvimento, e também deve haver uma condição de preparo de solo ideal para o máximo aproveitamento desses nutrientes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fertilizante fosfatado aplicado em área total (fosfatagem) antes do plantio da cana-de-açúcar e diferentes tipos de preparo do solo na produção de colmos e qualidade da matéria-prima de cana-de-açúcar, em uma área comercial do município de Camutanga-PE. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com dois tipos de preparo do solo (subsolagem e aração) com e sem fosfatagem. Estes tratamentos foram dispostos em faixas, com quatorze de linhas de cultivo com largura de 16,8 m e comprimento de 50,0 m, totalizando uma área de 840,0 m². Observou-se onde foi feita a aração, independente da aplicação do MAP, obteve-se um maior comprimento de colmo, como também um maior número de perfilho por metro, devido ao revolvimento do solo, que traz a camada mais fértil para superfície. O manejo do solo não influenciou na pureza do caldo, tendo diferença onde aplicou o MAP, independente do manejo se solo utilizado. O preparo do solo com arado de aiveca proporcionou melhores resultados tanto para o rendimento agrícola como industrial. A fosfatagem nas condições de cana planta influenciou positivamente o rendimento agrícola e industrial e a pureza de caldo.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum officinarum* L., Fósforo, Subsolador

ABSTRACT

The sugarcane has an enormous value in the Brazilian economy. The large biomass produced by sugarcane requires a large amount of nutrients extracted in order to get the full development, and there should also be an ideal soil preparation condition for the maximum utilization of these nutrients. The objective of this study was to evaluate the broadcasted phosphate fertilizer application on total area (phosphating) before planting sugarcane and different types of tillage in the production of culms and quality of raw material from sugarcane in a commercial area of town of Camutanga-PE. The experimental design was a randomized complete block design with split-plot, with two types of tillage (subsoiling and plowing) with and without phosphating. These treatments were arranged in bands, with fourteen crop lines with a width of 16.8 m and a length of 50.0 m, totalizing a total area of 840.0 m². It was observed that where it was tilled independently of the application of the MAP fertilizer there was obtained a greater length of stem as well as a larger number of tillers per meter due to soil tillage, which brings the most fertile layer surface. Soil management did not influence the purity of the broth, having difference which applied the MAP, independent of the soil management used. Soil tillage with moldboard provided better results for both the agricultural and industrial yield. The phosphating in plant cane influenced positively the conditions of agricultural and industrial yield and purity broth.

KEY WORDS: *Saccharum officinarum* L., Phosforus, Subsoiler

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*. L.) possui potencial geneticamente favorável para acúmulo de açúcares, especialmente na forma de sacarose. Sob condições ideais de cultivo este potencial é otimizado, resultado do pleno desenvolvimento das plantas. Ao final do ciclo vegetativo ocorre a maturação, quando o acúmulo de sacarose é maximizado nas plantas cultivadas (SANTOS et al., 2011).

Segundo Sousa et al. (2014), devido a elevada produção de biomassa de cana-de-açúcar por área e da remoção de grande parte dessa massa vegetal no processo da colheita, esta cultura possui alta demanda por nutrientes. Desta forma, à medida que diminui a fertilidade natural dos solos, ocorre a necessidade de se realizar revisões periódicas das adubações, a fim de repor os nutrientes exportados pela cultura.

O fósforo (P) é considerado um elemento essencial para as plantas e é encontrado em baixa quantidade nos solos brasileiros, sendo que os principais fatores que afetam a disponibilidade de P no solo são os teores de matéria orgânica, o tipo de argila, a capacidade de troca de cátions, o poder tampão, os teores de cálcio, ferro e alumínio e a umidade, esses são fatores que interferem na absorção do elemento pelas plantas (BASTOS et al., 2008; KORNDÖRFER & MELO, 2009).

Para CARVALHO et al. (2011), o preparo de solo antes da implantação do canavial representa uma etapa crucial na longevidade da cultura, na qual o solo será novamente revolvido após o quinto ou sexto corte da cana-de-açúcar, dependendo da variedade e/ou produtividade.

Dessa forma, a realização de um bom preparo inicial do solo pode interferir de forma positiva ou negativa caso não seja bem efetuado. De acordo com CAMIOTTI et al. (2005), a oportunidade para a descompactação do solo é justamente na reforma do canavial. Nessa ocasião, a escolha dos implementos que descompactarão o solo é muito importante.

Diante disto, o papel fundamental das operações de preparo do solo é criar condições ideais para o desenvolvimento das raízes, visando longevidade das culturas (TAVAREZ et al., 2010). Entre as operações para eliminar possíveis problemas de compactação destaca-se a subsolagem que realiza o rompimento de camadas compactadas em subsuperfície.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fertilizante fosfatado aplicado em área total (fosfatagem) antes do plantio da cana-de-açúcar e diferentes tipos de preparo do solo na produção de colmos e qualidade da matéria-prima de cana-de-açúcar, em uma área comercial do município de Camutanga-PE.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Cultura da Cana-de-Açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), planta alógama, pertencente à ordem Cyperales, família Poaceae, é originária da Ásia e desenvolve-se muito bem entre as latitudes 35° Norte e Sul da linha do Equador, sendo cultivada em altitude do nível do mar até 1.000 m. Foi introduzida no Brasil no início do século XVI, durante o período colonial-exploratório português, estabelecendo-se no país como impulsionadora do desenvolvimento econômico e social, de forma industrial ou tradicional. (DOORENBOS e KASSAM, 1979; MAGALHÃES, 1987; ROSSE et al., 2002).

No Brasil, a cultura da cana-de-açúcar ocupa uma área aproximada de 8.995,5 mil hectares, com tendência de expansão da área cultivada em diversos estados. A produtividade média brasileira estimada é de 73 t ha⁻¹ com uma produção total de 658,7 milhões de toneladas de cana, 34,612 milhões de toneladas de açúcar, 11,1 bilhões de litros de etanol anidro e 18,186 bilhões de litros de etanol hidratado. Em Pernambuco, área cultivada na safra atual (2015/2016) foi de 246 mil hectares, com uma produção total de 13,855 milhões de toneladas de cana e produtividade média de 52,4 t ha⁻¹ (CONAB 2015).

As variedades de cana-de-açúcar atualmente cultivadas são resultantes de hibridações interespecíficas realizadas nas Ilhas de Java e Barbado. Esse processo foi denominado de nobilitação por conta das sucessivas recorrências as “canas nobres” (*S. officinarum* L.) ricas em sacarose, após cruzamentos com espécies não cultivadas (*S. spontaneum* L.), tolerantes a pragas e doenças (FERNANDES, 1990).

Na década de 80, foram liberadas as primeiras variedades RBs, pelo PLANASULCAR, adaptadas as condições edafoclimáticas de Pernambuco, como as RB72454, RB732577 e RB754665. Trabalho realizado por Simões et al. (2002), mostrou que onze dos dezesseis clones RBs adaptados as condições ambientais dos tabuleiros costeiros de Pernambuco superaram a média das cultivares padrão, localmente cultivadas quanto a produtividade em tonelada de cana por hectare.

Nos últimos anos houve um enorme avanço no melhoramento genético de variedades de cana-de-açúcar, utilizando-se inclusive ferramenta da biotecnologia, permitindo o desenvolvimento de plantas adaptadas as mais variadas condições climáticas, potencialmente produtivas e com resistência a pragas e doenças (SILVA et al., 1999).

Soares et al. (2002), ao estimarem a rentabilidade de vinte e seis variedades de cana-de-açúcar mais utilizadas no Estado de Alagoas, para as características agroindustriais constataram que apenas as variedades RB92579, RB93509 e RB933103 seriam as mais promissoras quanto a TCH e TPH, obtendo-se assim confiabilidade na seleção de genótipos superiores.

2.2. Fósforo no solo

O fósforo é um dos macronutrientes que mais limita o crescimento dos vegetais depois do nitrogênio, compondo aproximadamente 0,2% do peso de matéria seca das plantas. Este promove a formação inicial e o desenvolvimento da raiz, desempenha função no metabolismo dos vegetais, particularmente na bioquímica das proteínas, atua na divisão celular e nos processos fotossintéticos, bem como, possui papel fundamental na produção de ATP (OLIVEIRA JUNIOR, 2001).

Apesar de a cana-de-açúcar exigir baixas quantidades de fósforo (ORLANDO FILHO et al., 1994), doses da ordem de 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ são utilizadas em virtude do efeito drenagem dos solos que competem com a planta pelo fósforo aplicado via fertilizante.

O percentual de aproveitamento do fósforo aplicado nas adubações de plantio é baixo, variando entre 5 e 20% (MALAVOLTA & KLIEMANN, 1985; ALCARDE & PROCHNOW, 2004), embora em cana-planta já tenha sido observado aproveitamento de 35% do fósforo aplicado (KORNDÖRFER & ALCARDE, 1992). Dessa forma, a adubação deve ser realizada com base na produção desejada, sendo a dose recomendada em função da reserva de nutriente do solo e da quantidade absorvida pela cultura (ZAMBELLO JÚNIOR & ORLANDO FILHO, 1981), levando-se em consideração as perdas do nutriente.

O Fósforo é essencial para as plantas, segundo Garcia (2005), esse macronutriente desempenha funções estruturais, como armazenamento e funcionamento de energia, além de participa ativamente das funções fotossintéticas. O fósforo é componente estrutural de macromoléculas, como ácidos nucleicos, fosfolipídios e também da adenosina trifosfato (ATP), sendo um elemento chave de várias vias metabólicas e reações bioquímicas, tais como inúmeras etapas das vias C₃ e C₄ do ciclo de Calvin e da glicólise. Embora a quantidade total de fósforo no solo possa ser relativamente alta, na maioria das vezes este não se encontra em sua forma disponível ou ao alcance da rizosfera.

Nos diversos sistemas de produção agrícola, principalmente os tropicais, são necessárias aplicações de Fósforo inorgânico (Pi) no solo para garantir a produtividade. A recuperação do fósforo durante o ciclo de produção é drasticamente limitada. Cerca de 80% do total de Pi

aplicado no solo torna-se indisponível, sendo imobilizado, adsorvido e/ou adquire forma orgânica (HOLFORS, 1997).

Korndörfer & Alcarde (1992), estudando o efeito da adubação fosfatada sobre o crescimento da cana-de-açúcar, constataram que este elemento proporcionou aumento no perfilhamento, culminando com maior produtividade de colmos. Da mesma forma, num estudo entre os teores de fósforo no solo e sua influência sobre a produtividade de colmos da cana-de-açúcar foi constatado que níveis elevados do nutriente no solo podem garantir altas produtividades de colmos e açúcar (SANTOS et al., 2009).

2.3. Preparo de Solo

O preparo do solo visa a melhoria das condições físicas do terreno para o crescimento das raízes, mediante aumento da aeração, da infiltração de água e redução da resistência do solo a expansão das mesmas. O preparo adequado do solo permite o uso mais eficiente de corretivos e fertilizantes, além de outras práticas agronômicas.

Por outro lado, quando mal executado, também apresenta efeitos negativos, pois o preparo excessivo reduz a rugosidade da cobertura do solo (BERTOL et al. 2000), pulveriza a superfície e forma camadas compactadas na subsuperfície além de facilitar a erosão hídrica (HERNANI et al., 1997), também limita o crescimento das raízes, o desenvolvimento e a produção das culturas (SILVA et al., 2000b).

Para GATTO (2003), o preparo do solo consiste no conjunto de operações que antecedem ao plantio e tem por objetivo garantir a disponibilidade de quantidades suficientes de água e nutrientes para o rápido estabelecimento das mudas, por meio do revolvimento mais ou menos localizado. O preparo do solo visa a sua desagregação, diminuindo a resistência à penetração e facilitando o desenvolvimento do sistema radicular das árvores que passam a explorar maior volume de solo, aumentando sua absorção de água e nutrientes (STAPE et al., 2002).

O preparo convencional do solo, geralmente se compõe de uma aração seguida de duas gradagens para destorroamento e nivelamento. O preparo do solo também pode ser feito com subsoladores, arados e grades. Essa sequência de operações tem por objetivo destruir antigas soqueiras, minimizar a ocorrência de plantas invasoras e modificar a estrutura do solo proporcionando melhores condições de densidade e aeração (AZEVEDO, 2008). Para DALLMEYER (1994), a mobilização do solo é realizada principalmente para aumentar a

aeração, a infiltração de água, a incorporação de insumos, os restos culturais e a redução da infestação de pragas e de plantas invasoras. Esse autor afirma que a maioria dos solos brasileiros utilizados para culturas anuais é preparado mecanicamente com o uso de arados e/ou de grades de discos, ferramentas de corte e revolvimento com elevadas compressões sobre o solo.

O uso contínuo desses tipos de equipamentos, arados e grades, para preparo do solo favorece a ocorrência de erosão, agravada pela degradação física dos solos, resultando no surgimento de crostas superficiais e de compactação subsuperficiais. O número excessivo de operações de preparo do solo, sempre à mesma profundidade em solos com elevados teores de água, expõe o solo a essa degradação.

Para CARVALHO et al. (2011), o preparo de solo para implantação do canavial, sendo verificado geralmente que, representa uma etapa crucial na longevidade da cultura, em que o solo será novamente revolvido após o quinto ou sexto corte da cana-de-açúcar, dependendo da variedade e/ou produtividade.

A descompactação do solo, também, pode ser feita na reforma do canavial. Nessa ocasião, empregam-se implementos que efetivamente descompactam o solo e que atuam na subsuperfície. SOUZA et al. (2005), destacaram que o preparo do solo inadequado pulveriza a superfície dos solos, deixando-os mais susceptíveis ao processo de erosão propiciando a formação de impedimentos físicos logo abaixo das camadas movimentadas pelos equipamentos. Tal degradação, com todas as suas implicações e consequências negativas, tem resultado no desafio de viabilizar sistemas de produção que possibilitem maior eficiência energética e conservação ambiental (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

2.3.1. Subsolagem

A técnica da subsolagem, na prática, é frequentemente recomendada para a descompactação do solo, revolvendo camadas adensadas e compactadas, de forma a facilitar o desenvolvimento das raízes da cana-de-açúcar ou qualquer outra cultura e a normalizar a penetração de água e o arejamento.

Para realizar tal operação, são empregados os subsoladores, caracterizados por hastes operadas em profundidade de 0,45 a 0,75 metros ou mais, promovendo pouca mistura e nenhuma inversão de solo. A subsolagem é realizada normalmente entre as profundidades de 0,30 a 0,40 metros, podendo atingir até 0,60 metros.

Os subsoladores são equipamentos preferencialmente indicados para a descompactação mecânica devido à formação de fissuras com mínima mobilização do solo. Isso mantém grande

parte da cobertura morta e tem pequeno impacto nos teores de matéria orgânica, além de proporcionar alta rugosidade da superfície do terreno (SECCO 1997), reduzindo o escoamento superficial (VASQUEZ & DE MARIA, 2003).

A subsolagem com aração e gradagem aumenta a porosidade da camada superficial do solo, bem como o potencial de desenvolvimento radicular à longo prazo, como é o caso de culturas como da cana-de-açúcar. (CORSINI & FERRAUDO, 1999).

Lanças (1988) adverte que a operação de subsolagem requer alto consumo energético e quando se realiza essa operação com profundidades menores ou não se realiza a subsolagem os custos de preparo do solo ficam significativamente reduzidos, adverte ainda que, por outro lado, se existe a camada compactada, a não realização da subsolagem ou a operação efetuada em profundidades inferiores à necessária poderão provocar um prejuízo consideravelmente maior, devido à queda de produção da cultura instalada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e Clima

O experimento foi conduzido na Fazenda Camará que faz parte da Usina Olho D'Água pertencente à Usina Central Olho D'Água S/A. A propriedade está localizada a Latitude 7°25'7''S, Longitude 35°16'35''W e altitude de 109 m, estando assim inserida na bacia hidrográfica do Rio Goiana, no município de Camutanga - PE. A temperatura média anual é de 25,3 °C, com precipitação média anual de 1.100mm, apresentando seis meses secos, entretanto, durante o ciclo de cultivo do experimento a precipitação foi de 1.496 mm e a irrigação de 325 mm. O clima é quente e úmido, com chuvas de outono e inverno, classificado como As' segundo Koppen.

3.2. Solo

O solo da área experimental foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Tb Endo eutrófico Epiálico, A proeminente, textura média (leve) /argilosa, fase relevo suave ondulado (PVea) (EMBRAPA, 2013). As amostras do solo desta área foram coletadas nas profundidades 0-30 e 30-50 cm para caracterização química segundo a metodologia da Embrapa (1997) (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química de 0 – 30 cm das amostras de solo da área experimental.

DETERMINAÇÕES	Profundidade 0 – 30 cm
pH (H ₂ O)	5,40
P (mg/dm ³)	11,00
Na (cmolc/dm ³)	0,07
K (cmolc/dm ³)	0,06
Ca + Mg (cmolc/dm ³)	5,90
Ca (cmolc/dm ³)	3,90
Mg (cmolc/dm ³)	2,00
Al (cmolc/dm ³)	0,35
H ⁺ + Al (cmolc/dm ³)	10,10
SB (cmolc/dm ³)	6,04
CTC Efetiva (cmolc/dm ³)	6,39
CTC (pH 7,0) (cmolc/dm ³)	16,14
V (%)	37,40

M (%)	5,50
Na (PST %)	0,50
Sat. K (%)	0,40
Mat. Org. Total (%)	3,69
Fe (mg/dm ³)	136,60
Cu (mg/dm ³)	0,98
Zn (mg/dm ³)	1,49
Mn (mg/dm ³)	1,67

Tabela 2. Caracterização química de 30 -50 cm das amostras de solo da área experimental

DETERMINAÇÕES	Profundidade 30 – 50cm
pH (H ₂ O)	5,90
P (mg/dm ³)	8,00
Na (cmolc/dm ³)	0,08
K (cmolc/dm ³)	0,08
Ca + Mg (cmolc/dm ³)	9,20
Ca (cmolc/dm ³)	5,70
Mg (cmolc/dm ³)	3,50
Al (cmolc/dm ³)	0,07
H ⁺ + Al (cmolc/dm ³)	7,80
SB (cmolc/dm ³)	9,36
CTC Efetiva (cmolc/dm ³)	9,43
CTC (pH 7,0) (cmolc/dm ³)	17,16
V (%)	54,50
M (%)	0,70
Na (PST %)	0,50
Sat. K (%)	0,50
Mat. Org. Total (%)	2,80
Fe (mg/dm ³)	144,60
Cu (mg/dm ³)	0,86
Zn (mg/dm ³)	1,16
Mn (mg/dm ³)	0,91

3.3. Preparo de solo, Plantio e Colheita

O preparo de solo consistiu de subsolagem ou aração logo após a aplicação dos corretivos calcário dolomítico e gesso agrícola, cujas doses foram calculadas pelo método da saturação por bases. A subsolagem foi feita com um subsolador de 4 hastes, e a aração foi

realizado com o arado de aiveca, com 5 aivecas. Após 30 dias desta aplicação, foi realizada uma gradagem pesada para destruição de restos culturais e incorporação da fosfatagem, a qual foi realizada com utilização de adubo MAP na dose de 250 kg ha⁻¹ aplicado em área total.

Em seguida fez-se a abertura dos sulcos de plantio nos quais foi realizada a adubação com uso da formulação 06-28-22 + Micros na dose de 600 kg ha⁻¹. Desta forma, o total de nutrientes aplicados foi de 36 kg ha⁻¹ de N, 168 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 132 kg ha⁻¹ de K₂O, mais 48 kg ha⁻¹ de micronutrientes.

A variedade utilizada foi à cana-de-açúcar RB93509 semeada em fevereiro de 2013. O plantio foi realizado manualmente; os colmos foram repartidos deixando três gemas por reboło e em seguida distribuídas dentro dos sulcos de plantio de modo que atingissem 18 gemas por metro linear. O controle das ervas daninhas foi realizado com o uso do herbicida METRIBUZIN, na dose de 3,0 L ha⁻¹.

A colheita foi realizada manualmente aos 360 dias após o plantio, ou seja, em março de 2014, cortando-se os colmos em sua base rente ao solo e despontando no último entrenó visível.

3.4. Variáveis Estudadas

Avaliou-se ao final do ciclo de cultivo, 360 dias após o plantio (DAP), dez plantas nas três linhas centrais, altura do colmo, diâmetro de colmo, perfilhamento, rendimento agrícola; como também características industriais como fibra industrial da cana (TF), pureza do caldo extraído (PC), POL da cana corrigida (PCC) e teor de açúcar total recuperável (ATR).

3.4.1. Altura de Plantas (m)

Estas avaliações consistiram em mensurar a altura da cana-de-açúcar com uma fita métrica da sua base até o colarinho da folha (+1) de dez plantas nas três linhas centrais aos 360 DAP.

3.4.2. Diâmetro do Colmo (mm)

As avaliações do diâmetro do colmo (mm) foram feitas com o uso de um paquímetro, sobre dez plantas selecionadas nas três linhas centrais de cada parcela, aos 360 DAP.

3.4.3. Perfilhamento

Contou-se a quantidade de colmos por metro, nas três linhas centrais de cada parcela foi quantificado o perfilhamento médio da variedade em questão quantificando o número de plantas por metro linear, aos 360 DAP.

3.4.4. Rendimento Agrícola

O rendimento agrícola foi determinado ao final do ciclo, onde os colmos das três linhas centrais, de cada uma das parcelas experimentais, foram pesados com o auxílio de um dinamômetro com capacidade para 1.000 kg. O rendimento agrícola foi expresso em tonelada de colmo por hectare (ton. de colmo.ha⁻¹).

3.4.5. Fibra Industrial da Cana (TF)

O cálculo da fibra industrial da cana (FI%) baseou-se na correlação entre o resíduo fibroso e a fibra industrial da cana, determinada, experimentalmente, pela seguinte equação:

$$FI(\%)_{CANA} = \frac{(100.Ps).(Pu.b)}{5.(100 - b)}$$

Onde: Ps é o peso do bolo seco em estufa a 105°C; Pu é o peso do bolo úmido (resíduo fibroso) e b é o °brix do caldo extraído.

3.4.6. Pureza do Caldo

A pureza do caldo (%) é uma variável calculada com a percentagem de sólidos solúveis totais no caldo extraído. Após a determinação os valores de Pol e °brix foram obtidos pela seguinte equação CALDAS (1998):

$$Pureza = \frac{Pol\%_{caldo}}{^{\circ}Brix_{caldo}}.100$$

3.4.7. Açúcares Totais Recuperáveis (ATR) e Rendimento Industrial

Os açúcares totais recuperáveis (ATR) foram determinados pelas seguintes equações:

$$\text{ATR} = (10 \times 0,88 \times 1,0526 \times \text{PC}) + (10 \times 0,88 \times \text{AR})$$

$$\text{AR} = (9,9408 - 0,1049 \times \text{Pza}) \times (1 - 0,01 \times \text{F}) + (1,0313 - 0,00575 \times \text{F})$$

sendo: PC = pol da cana; AR = açúcares redutores; Pza = pureza do caldo; F = o teor de fibra. Com base nesses parâmetros e no rendimento agrícola, calculou-se o rendimento industrial (RI) (t ATR ha⁻¹) pela multiplicação do rendimento agrícola (RA) pelo teor de açúcar total recuperável (ATR), segundo a metodologia proposta por CALDAS (1998):

$$\text{RI} = \text{RA (t colmo ha}^{-1}) \times \text{ATR (kg t colmo)} = \text{kg de açúcar ha}^{-1}$$

3.5. Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com dois tipos de preparo do solo (subsolagem e aração) com e sem fosfatagem, em cinco repetições. Estes tratamentos foram dispostos em faixas, com quatorze de linhas de cultivo com largura de 16,8 m e comprimento de 50,0 m, totalizando uma área de 840,0 m². Nas subparcelas foram utilizadas com e sem fosfatagem as quais foram distribuídas ao acaso, dentro das faixas de preparo de solo; as subparcelas foram formadas por sete linhas de plantio com dez metros de comprimento, totalizando uma área de 840 m². Os resultados foram submetidos a análise de variância, onde as variáveis foram analisadas estatisticamente pelo teste F desdobrando-se as análises sempre que a interação fosse significativa, com auxílio do programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2008).

	B - I	B - II	B - III	B - IV	B - V
SUBSOLAGEM	C/G	C/G/F	C/G	C/G/F	C/G
	C/G/F	C/G	C/G/F	C/G	C/G/F
ARAÇÃO	C/G	C/G/F	C/G	C/G/F	C/G
	C/G/F	C/G	C/G/F	C/G	C/G/F

Figura 1. Croqui da área experimental, onde foi feito subsolagem/ e aração, e feita Calagem (5,0 t/ha) + Gessagem (2,0 t/ha) e Calagem (5,0 t/ha) + Gessagem (2,0 t/ha) + Fosfatagem (120 kg P₂O₅/ha).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Comprimentos dos Colmos

Os comprimentos dos colmos das plantas submetidas a fosfatagem foram maiores quando comparados aos das plantas sem o manejo com fósforo, independentemente do preparo do solo. Porém, o preparo do solo com e sem fósforo influenciou no comprimento dos colmos, ou seja, a subsolagem e a aração com fosfatagem aumentaram de 8,79 % e 10,8% no comprimento do colmo em relação às plantas sem adubação, respectivamente (Figura 2).

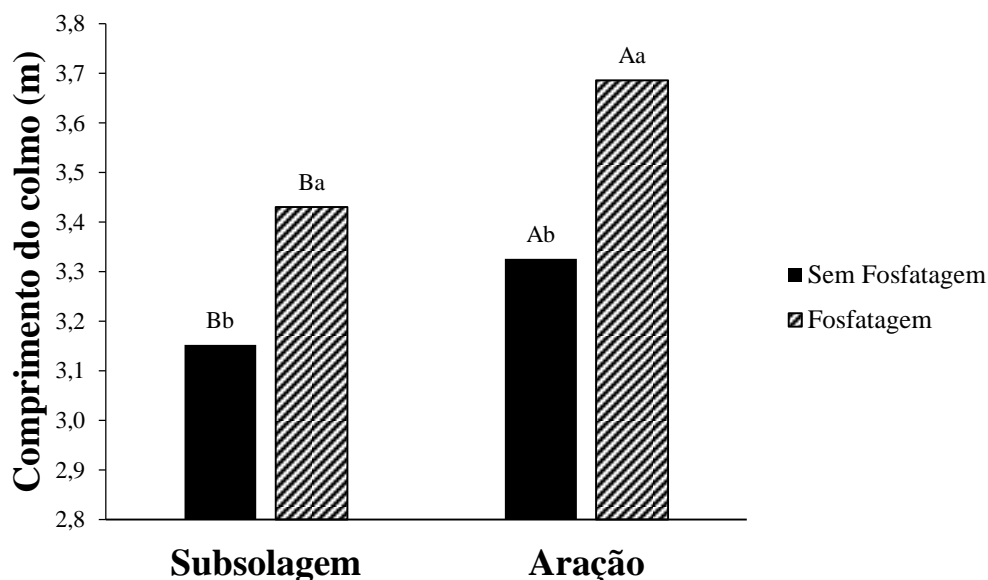


Figura 2. Comprimento de colmos de cana-de-açúcar submetida a diferentes manejos de solo, com e sem fosfatagem. Fazenda Camará, Camutanga, PE.

Os maiores valores de comprimento do colmo foram observados nas plantas cultivadas na área preparada com aração, independente se foi feito a fosfatagem. Tais resultados corroboram com o entendimento de Carvalho et al. (2014) ao reportar que a maior profundidade de mobilização do solo, proporcionada pela aração, promoveu um consequente aprofundamento do fósforo no perfil do solo, já que este por ser pouco móvel no solo, tem tendência de permanecer nas posições onde foram originalmente aplicados.

4.2. Diâmetro do Colmo

A maior média do diâmetro do colmo foi visto nas plantas cultivadas em solo preparado com aração (Figura 3A), promovendo um aumento de 3,51% nesta variável quando comparadas

as plantas agricultadas em solo submetido a subsolagem. Segundo Dedeczek et al. (2007) são vários os fatores que interferem nas respostas das culturas quando submetidas aos diferentes preparos do solo, por exemplo, distinções existentes entre os sistemas radiculares, clima, características dos solos, impedimento físico e resíduos vegetais.

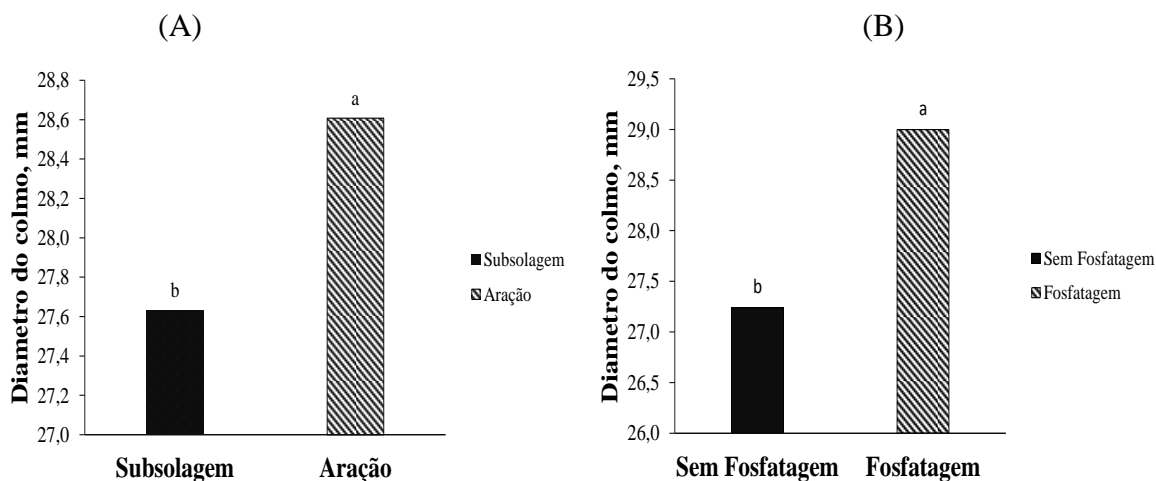


Figura 3. Diâmetro do colmo da cana-de-açúcar submetida a diferentes manejos de solo, com e sem fوسفatagem. Fazenda Camará, Camutanga, PE.

CASTRO (1989) destacou que na cultura da cana-de-açúcar, o uso de arados de discos que causa maior desagregação do solo, havendo maior penetração em maiores profundidades, revolvendo melhor o solo na camada arável, admitindo maior incorporação de restos vegetais e de sementes de plantas daninhas, possibilitando melhor seu controle.

A aplicação de fósforo na cultura da cana-de-açúcar causou um acréscimo de 6,42% no diâmetro do colmo em comparação às plantas sem fوسفatagem, alcançando a maior média em 28,99 mm (Figura 3B). ZAMBROSI (2009) estudando a adubação com fósforo em cana-soca e sua interação com magnésio verificou que a adubação com 45 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na média dos tratamentos de Mg, aumentou em 17% o diâmetro dos colmos quando comparado ao que não recebeu fertilizante fوسفatado.

4.3. Perfilhamento

O número de perfilhos (Figura 4) apresentou interação significativa entre o preparo de solo e a fوسفatagem, podendo observar que o maior perfilhamento foi encontrado quando o manejo de solo recebeu o fósforo, onde a subsolagem e a aração apresentou um valor médio de

11,35 perfilho por metro, quando comparado ao manejo sem a fosfatagem, onde o valor encontrado foi de 10,2 perfilhos por metro.

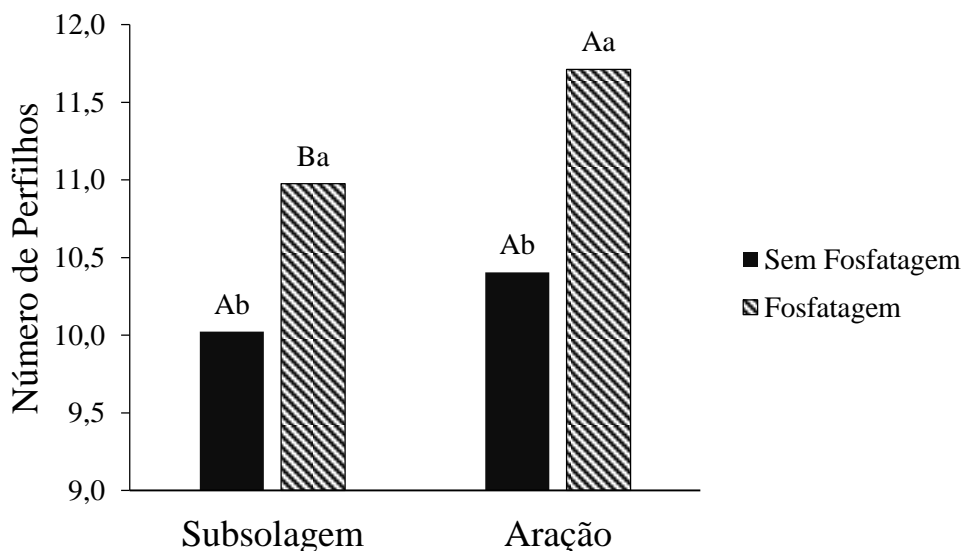


Figura 4. Perfilhamento da cana-de-açúcar submetida a diferentes manejos de solo, com e sem fosfatagem. Fazenda Camará, Camutanga, PE.

Neste sentido, Bianchini et al. (2001) comentam que na cultura da cana-de-açúcar a adoção do correto manejo do solo pode melhorar as características físicas e químicas, o que pode ter ocorrido no presente estudo, pois a aração elevou o número de perfilhos por touceira, quando comparada as plantas cultivadas na área onde foi realizada a subsolagem com fosfatagem, corroborando também com Korndörfer & Alcarde (1992), onde ao estudar o efeito da adubação fosfatada sobre o crescimento da cana-de-açúcar, constataram que este elemento proporcionou aumento no perfilhamento, culminando com maior produtividade de colmos.

4.4. Rendimento Agrícola (TCH) e Rendimento Industrial

O maior rendimento de colmo, 128 t colmo ha⁻¹, foi obtido da área experimental preparada com aração, onde essa diferiu estatisticamente entre o manejo do solo, quando comparado com a subsolagem, que teve um rendimento de 120,2 t colmo ha⁻¹, ou seja, uma redução em média de 7,8 t colmo ha⁻¹ (6,1%) em relação à área arada (Figura 5).

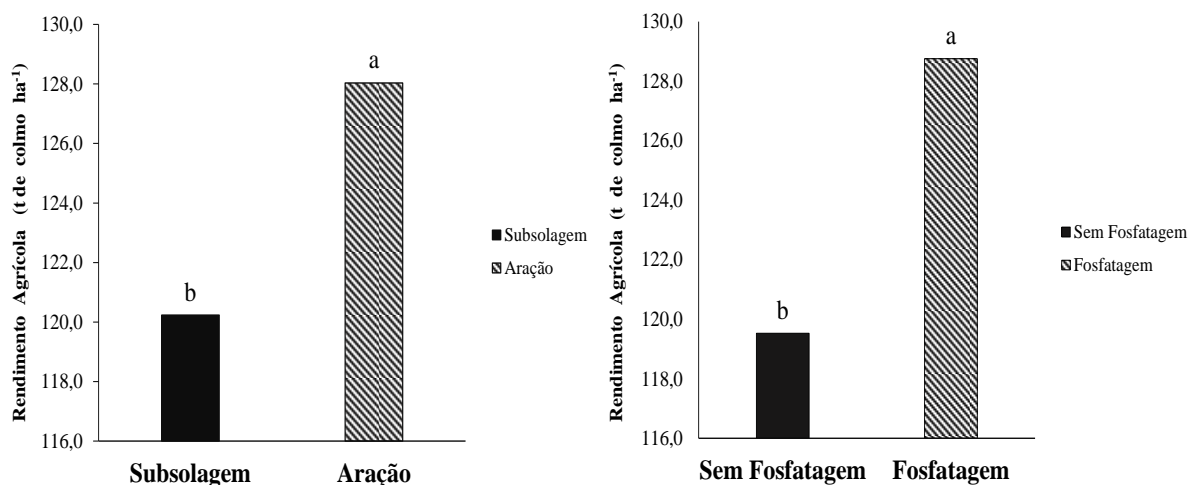


Figura 5. Rendimento agrícola de colmo sob diferentes tipos de preparo do solo com e sem fosfatagem. Fazenda Camará, Camutanga, PE.

Estes resultados diferem dos estudos de Paulino et al. (2004), pesquisando em Latossolo Vermelho distroférico no município Astorga, PR e Camilloti et al. (2005), no experimento realizado em Latossolo Vermelho distrófico típico, no município de Guariba-SP, por não terem verificado diferença na produtividade, onde Segundo Dedecek et al. (2007) são vários os fatores que interferem nas respostas das culturas quando submetidas aos diferentes preparos do solo, por exemplo, distinções existentes entre os sistemas radiculares, clima, características dos solos, impedimento físico e resíduos vegetais.

Observou-se que onde fez a fosfatagem, houve uma maior produtividade, atingindo o valor médio de 128,5 t colmo ha⁻¹, contra 119 t colmo ha⁻¹ onde não fez o manejo com fósforo em área total, uma diferença numérica de 9,5 t colmo ha⁻¹, comprovando o que Korndörfer & Alcarde (1992) estudou, em que efeito da adubação fosfatada sobre o crescimento da cana-de-açúcar, constataram proporcionou aumento no perfilhamento, culminando com maior produtividade de colmos.

Assim como no rendimento agrícola, o rendimento industrial apresentou nas áreas aradas o valor médio de 18,87 t.ATR.ha⁻¹ contra 17,07 t.ATR.ha⁻¹ das áreas subsoladas, e nas áreas com fosfatagem com valor médio de 18,86 t.ATR.ha⁻¹ e sem fosfatagem com 17,08 t ATR ha⁻¹ (Figura 6). Assim como Texeira et al (2014) constatou um maior rendimento industrial em áreas onde foi crescente a adubação fosfatada. O mesmo efeito foi verificado por Santos et al. (2011), que obtiveram melhora da qualidade da matéria-prima e aumento de produtividade da

cana planta em função da adubação com fertilizante orgânico enriquecido com fontes solúveis de P.

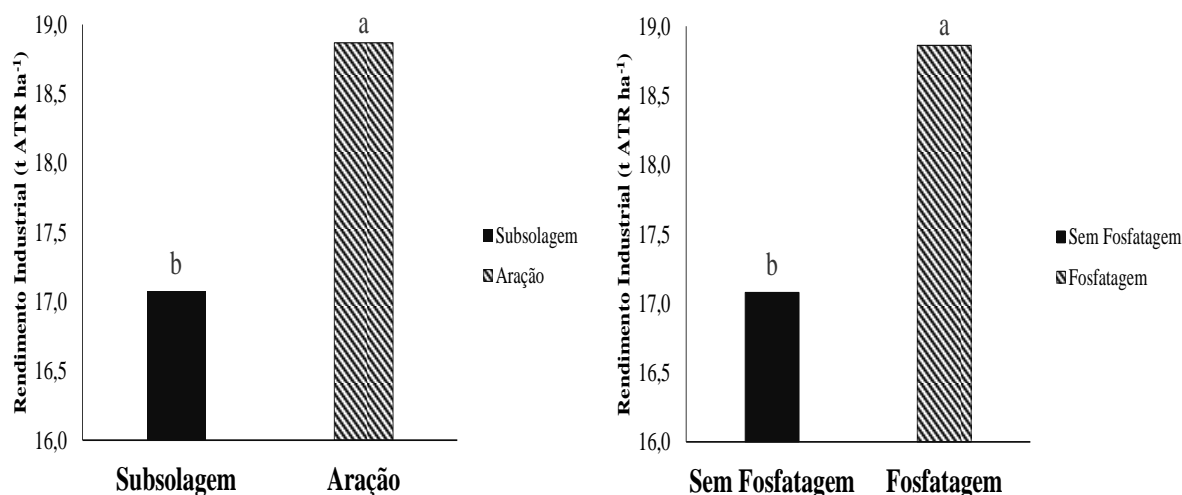


Figura 6. Rendimento industrial de colmo sob diferentes tipos de preparo do solo com e sem fosfatagem.

4.5. Teor de Fibras

O teor da fibra da cana (Figura 7), reflete na eficiência da extração da moenda, ou seja, quanto mais alta a fibra da cana, menor será a eficiência de extração e, por outro lado, cana com baixos teores de fibra são mais susceptíveis a danos mecânicos, por acarretando o acamamento e quebra com o vento, o que a faz perder mais açúcar na água de lavagem. Porém, um menor teor de fibra faz com que nos colmos se concentre uma maior quantidade de caldo, sendo um indicador positivo para indústria.

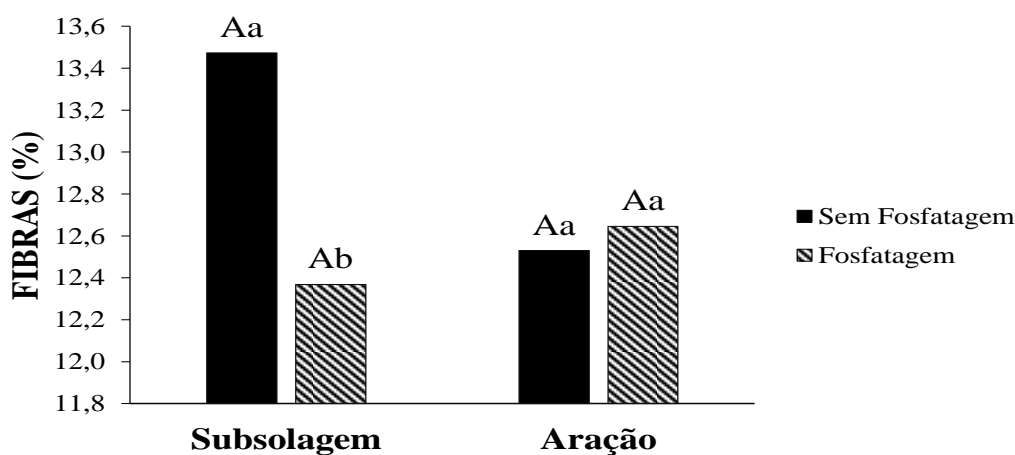


Figura 7. Teor de fibra sob diferentes tipos de preparo do solo com e sem fosfatagem.

Fazenda Camará, Camutanga, PE.

No presente trabalho, os teores de fibra da cana-de-açúcar não diferenciaram estatisticamente quando submetida aos preparos de solo, com e sem fosfatagem corroborando Sousa & Korndorfer (2011), os quais aplicando fertilizantes fosfatados durante três anos agrícolas de produção de colmo de cana-de-açúcar, não observaram diferenças nas variáveis tecnológicas Brix, fibra, pureza do caldo da cana. Entretanto, os valores médios observados, de 12,5% (subsolagem), 12,9% (aração), 13,0% (com fosfatagem) e 12,5% (sem fosfatagem), foram considerados ótimos na qualidade da cana, uma vez que os mesmos se encontram dentro da faixa recomendada de 11 a 13%.

4.6. Pureza do Caldo

A pureza do caldo da cana-de-açúcar é relacionada com a qualidade da matéria-prima para se recuperar açúcar. Quanto maior a pureza, a qual é influenciada pelos açúcares redutores, polissacarídeos e algumas proteínas, melhor esta qualidade.

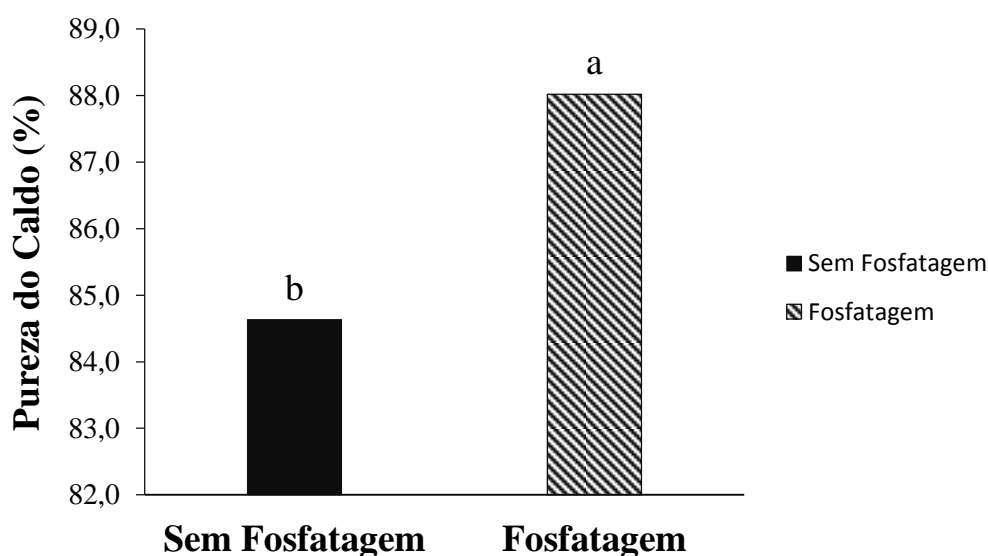


Figura 8. Pureza do caldo da cana-de-açúcar sob diferentes preparos do solo, com e sem fosfatagem. Fazenda Camará, Camutanga, PE.

A fosfatagem influenciou nos valores da pureza do caldo, ou seja, foram em média, 88,0% e 84,6% correspondentes com e sem aplicação de fósforo havendo um decréscimo de 3,4% na pureza com a ausência de fosfatagem (Figura 8). A pureza do caldo indica a quantidade em porcentagem de sacarose que eu vou ter na quantidade total de caldo. Entretanto, todos estes

valores de pureza do caldo estão praticamente dentro da faixa recomendada, ou seja, acima de 85% (RIPOLI & RIPOLI, 2004).

5. CONCLUSÕES

- O manejo do solo e a adubação fosfatada influenciaram de forma significativa no crescimento da cana-de-açúcar.
- O comprimento e diâmetro do colmo e o número de perfilhos foram maiores quando realizadas a aração associada com a fosfatagem.
- O preparo do solo com arado de aiveca proporcionou melhores resultados tanto para o rendimento agrícola como o rendimento industrial.
- A aração e a subsolagem não influenciaram as características industriais da cana-de-açúcar.
- A fosfatagem nas condições de cana planta influenciou positivamente o rendimento agrícola e industrial e a pureza de caldo.

6. REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R.; AMARAL, A.Z.; ARRUDA, H.V. Ensaio de adubação N-P-K em cana-de-açúcar. *Bragantia*, Campinas, v.19, n.único, p.1061-1069, 1960.
- Arquivo do agrônomo, n.6, POTAFÓS, 1994.
- ASAE: Terminology and definitions for soil tillage and soil - tool relationships. **Engineering Practice EP**, v. 291, n.1, p.229-241. 1982.
- AZEVEDO, M.C.B. **Efeito de três sistemas de manejo físico do solo no enraizamento e na produção de cana-de-açúcar**. 2008. 100p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.
- BASTOS, A. L.; COSTA, J. P. V.; SILVA, I. F.; RAPOSO, R. W. C.; SOUTO, J. S. Influência de doses de fósforo no fluxo difusivo em solos de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.2, p.136-142, 2008.
- BERTOL, I.; SCHICK, J.; MASSARIOL, J.M.; REIS, E.F. & DILLY, L. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico álico afetadas pelo manejo do solo. **Ci. Rural**, 30:91-95, 2000.
- BIANCHINI, A.; MAGALHÃES, P. S. G.; BRAUNBECK, O Cultivo do solo em áreas de cana crua. **Revista STAB**, Piracicaba, v. 19, n. 5, p. 30- 33, 2001.
- CAMILOTTI, F.; ANDRIOLI, I.; DIAS, F. L. F.; CASAGRANDE, A. A.; SILVA, A. R.; MUTTON, M. A.; CENTURION, J. F. **Efeito prolongado de sistemas de preparo do solo com e sem cultivo de soqueira de Cana crua em algumas propriedades físicas do solo**. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 189-198, 2005.
- CARVALHO, L. A.; MEURER, I.; SILVA JUNIOR, C. A.; CAVALIERI, K. M. V.; SANTOS, C. F. S.; Dependência espacial dos atributos físicos de três classes de solos cultivados com cana-de-açúcar sob colheita mecanizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 9, p. 940–949, 2011.
- CARVALHO, L. A.; MEURER, I.; SILVA JUNIOR, C. A.; CAVALIERI, K. M. V.; SANTOS, C. F. S.; Dependência espacial dos atributos físicos de três classes de solos cultivados com cana-de-açúcar sob colheita mecanizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 9, p. 940–949, 2011.
- CARVALHO, L. A.; REZENDE, I. S.; PANACHUKI, E.; SILVA JUNIOR, C. A.; NOVAK, E.; SILVA, G. F. C. Variáveis físicas do solo e produtividade de cana-de-açúcar sob sistemas de preparo na reforma de canavial. **Agrarian Academy**, v.1, n.1, p.259- 274, 2014.
- CASTRO, O. M. **Preparo do solo para a cultura do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 41 p. (Série técnica 3)

CORSINI, P. C.; FERRAUDO A. S. **Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em latossolo roxo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34, n.2, p.289-298, 1999.

DALLMEYER, A.U. **Eficiência energética e operacional de equipamentos conjugados de preparo do solo.** 1994. 157 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

DEMATTE, J. L. I. Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. **Visão Agrícola,**

DOORENBOS, J & KASSAN, A. H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. (Riego e Drenaje).** Boletim No 33. Roma, 1979, FAO, 212p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yeld response to water. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 193p. (**FAO Irrigation and Drainage Paper, 33**).

FERNANDES, A.J. **Manual da cana-de-açúcar.** Livroceres, São Paulo. 2 ed. 196p. 1990.

GARCIA, J. C. **Efeitos da adubação orgânica, associada ou não a adubação química, calagem e fosfatagem, nos rendimentos agrícolas e de aguardente teórica da cana-de-açúcar (Saccharum spp).** 2005. 82 f. Tese (Doutorado em Agricultura) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

GATTO, A.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; COSTA, L. M.; NEVES, J. C. L. **Efeito do método de preparo do solo, em área de reforma, nas suas características, na composição mineral e na produtividade de plantações de Eucalyptus grandis.** Árvore, Viçosa, v.27, n.5, p.635-646, 2003.

HERNANI, L.C. **Manejo e conservação de recursos naturais da região Oeste do Brasil.** In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. Milho: informações técnicas. Dourados: EMBRAPA, CPAO, 1997. p.39-67. (Circular Técnica, 5).

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional.** Santo Antonio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Circular Técnica, 38).

KORNDÖRFER, G. H.; MELO, S. P. **Fontes de fósforo (fluida ou sólida) na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.33, n.1, p.92-97, 2009.

KORNDÖRFER, G. H; ALCARDE, J. C. Acúmulo e teor de fósforo em folhas de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Viçosa, v. 16, n. 1, p. 212-222, 1992.

LANÇAS, K. P. **Subsolador: desempenho em função de formas geométricas de hastes, tipos de ponteiros e número de hastes.** 1998.

MAGALHÃES, A.C.N. Ecofisiologia da cana-de-açúcar: aspecto do metabolismo do carbono na planta. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YMADA, T. (Coord.). **Ecofisiologia da produção**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (POTAFOS), 1987. p.113-118.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. A. C. **Nutrição mineral de algumas culturas tropicais**. São Paulo: Livraria Pioneira, 1967. 251 p.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado**. Piracicaba: v. 1, n. 1, p. 48-59, 2004.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balanço nacional de cana-de-açúcar e agroenergia**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Produção e Agroenergia. MAPA/SPA. Brasília, 2007.

MEURER, E. J. **Fundamentos da química do solo**. Porto Alegre: Genesis, 2006, 285 p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. T. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

OLIVEIRA JUNIOR, J. A. **Adubos fosfatados como fonte de metais pesados: efeito na composição do solo e do arroz**. 2001. 81 f. Tese (Doutorado) - Curso de Energia Nuclear Na Agricultura, Departamento de Centro de Energia Nuclear Na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. **Seja o doutor do seu canavial**.

PAULINO, A. F.; MEDINA, C.; AZEVEDO, M. C. B.; SILVEIRA, K. R. P.; TREVISAN, A. A.; MURATA, I. M. Escarificação de um Latossolo Vermelho na pós-colheita de soqueira de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 5, p. 911-917, 2004. Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 48-59, 2004.

.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Barros & Marques, Ed. Eletrônica, 2004. 302 p.

ROSSE, L.N.; VENCOSKY, R.; FERREIRA, A. Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.25-32, 2002.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C.; PRADO JÚNIOR, J. P. Q. **Fósforo**. In: Dinardo-Miranda, L. L.; Vasconcelos, A. C. M.; Landell, M. G. A. Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p.271-287.

SANTOS, D. H. **Adubação da cana-de-açúcar com torta de filtro enriquecida com fosfatosolúvel**. 2009. 35 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2009.

SANTOS, D. H.; SILVA, M. A.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S.S.; ECHER, F. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.5, p.443–449, 2011.

SANTOS, D. H.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S; FABRIS, L. B. **Produtividade de cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 454-461, 2010.

SECCO, D. & REINERT, D.J. **Efeitos imediato e residual de escarificadores em Latossolo Vermelho escuro sob PD**. Eng. Agric., 16:52-61, 1997.

SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, G. C. **Alterações estruturais e produção de cana de açúcar em um Latossolo Vermelho Distrófico do Município de Goianésia-GO**. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG - CONPEEX, 2., 2005, Goiânia. Anais eletrônicos do XIII Seminário de Iniciação Científica [CD-ROM], Goiânia: UFG, 2005. n.p

SILVA, M. DE A; ET AL. **Avaliação de Clones de híbridos IAC de cana-de-açúcar, série 1985, na região de Jaú (SP)**. Bragantia, Campinas, v. 58, n 2. P 335-340, 1999.

SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. **Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo do solo**. Ciência Rural, v.30, 2000. p. 795-801.

SOARES, L. FERREIRA, et al. **Estimação do coeficiente de rentabilidade de características agroindustriais de genótipos de cana-de-açúcar em Alagoas**. In CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIRO E ALCOOLEIROS DO BRASIL – STAB. 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife: [s.n.] 2002 p. 376-379.

SOUSA, R. T. X.; KORNDORFER, G. H. Efeito da aplicação de fertilizantes fosfatados na produtividade e variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.12, p. 1-10, 2011.

SOUSA, S. F.G.; MARASCA, I.;PALUDO.; SILVA, P. R. A.; LANÇAS, K. P. **Avaliação da produtividade da cultura de cana de açúcar com e sem a aplicação de fósforo em profundidade utilizando um equipamento de preparo profundo mecanizado**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 43, 2014, Campo Grande. Anais. Campo Grande: SBEA, 2014. CD Rom.

SOUZA, H. A.; MARCELO, M. V.; CENTURION, J. F. **Carbono orgânico e agregação de um Latossolo Vermelho com colheita mecanizada de cana-de-açúcar.** Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 4, p. 658-663, 2012.

SOUZA, Z.M.; PRADO, R.M.; PAIXÃO, A.C.S.; CESARIN, L.G. **Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 4, n. 2, p.249-256, 2005.

SRIVASTAVA, A.K.; GOERING, C.E.; ROHRBACH, R.P. **Engineering principles of agricultural machines.** Lansing: American Society of Agricultural Engineers - ASAE, 1993. 602 p.

STAPE, J. L.; ANDRADE, S.; GOMES, A. N.; KREJCI, L. C.; RIBEIRO, J.A. **Definição de métodos de preparo do solo para silvicultura em solos coesos do litoral norte da Bahia.** In: GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. (Coord.). Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Piracicaba: IPEF, 2002.

TAVARES, O. C. H.; LIMA, E.; ZONTA, E. **Crescimento e produtividade da cana planta cultivada em diferentes sistemas de preparo do solo e de colheita.** Acta Scientiarum. Agronomy, v. 32, n. 1, p. 61-68, 2010.

TOMAZ, H. V. Q. **Fontes, doses e formas de aplicação de fósforo na cana-de-açúcar.** Piracicaba: ESALQ, 2009. 93p. Dissertação Mestrado.

VASQUEZ, E.V. & DE MARIA, I.C. **Influencia del Laboreo sobre la rugosidad del suelo y la retención de agua en um Ferrasol.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., Ribeirão Preto, 2003. Anais... Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003.

VITTI, G. C.; MAZZA, J. A. **Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de açúcar.** Informações Agronômicas. Piracicaba: Potafós, 2002. 16p.

ZAMBROSI, F. C. B. **Adubação com fósforo em cana-soca e sua interação com magnésio.** Bragantia, Campinas, v. 71, n. 3, p.400-405, 2011.